

# ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ НАУЧНО- ТЕХНИЧЕСКОГО НОВОВВЕДЕНИЯ

Журило И.В.

Украина, Кировоградский национальный технический университет

**Аннотация.** В статье раскрыта сущность показателя конкурентоспособности нововведения, обоснована необходимость его количественной оценки на стадии предпроектных исследований. Разработаны модели показателей конкурентоспособности машины и комплектующего изделия.

**Ключевые слова:** проектная задача, конкурентоспособность, качество, цена потребления, модель, безразмерный показатель, карта технического уровня.

В условиях возрастающей конкуренции получение потребительского признания стало для большинства машиностроительных предприятий наиболее актуальным и, вместе с тем, очень сложным заданием, от решения которого зависит эффективность их производственно-хозяйственной деятельности и позиция на рынке.

Поэтому сегодня остро стоит вопрос формирования новой инновационной политики, исключающей диктат производителя и предполагающей смещение баланса приоритетов в сторону потребителя. Цель такого подхода заключается не только в составлении списка идей, их анализе и качественном отборе, но также в формировании концепции новой продукции с точки зрения ее потребительской ценности. Это, в свою очередь, требует установления эффективных коммуникационных связей между различными подразделениями и службами предприятия, в частности между отделами НИОКР (научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ) и маркетинга, являющихся основными генераторами научно-технических идей.

Наука и практика управления инновационными процессами на предприятии подтверждают, что именно эти подразделения ощущают слабые коммуникационные связи и недостаток взаимопонимания. Одна из причин такой ситуации, по нашему мнению, заключается в неправильном выборе методики совместных предпроектных исследований и в отсутствии критерия, на который эти исследования были бы направлены. В результате, конструктор не имеет в своем распоряжении информации, которая бы сориентировала его на воплощение заведомо успешного, с коммерческой точки зрения, замысла.

Правильная постановка проектной задачи, то есть интерпретация потребности на языке проектировщика, а также разработка критерия ее решения должны стать, на наш взгляд, основой маркетингово-конструкторской интеграции и повышения эффективности научно-технических нововведений (НТН).

В процессе нахождения решения проектной задачи конструктор должен ориентироваться на желаемый уровень перспективной конкурентоспособности НТН в сравнении с лучшими отечественными и зарубежными аналогами. Установление этого уровня должно происходить в рамках системы предпроектных исследований, общей для маркетолога и конструктора, а модель критерия конкурентоспособности будущего НТН должна способствовать генерации идей и средств проектирования.

На сегодняшний день наукой накоплен определенный теоретический потенциал, касающийся осмысления понятия и оценки конкурентоспособности продукции. Над аспектами вопросов, связанных с этой категорией, работали такие ученые, как: В.Д. Андрианов, Б.В. Буркинский, Э.П. Голубков, О.П. Градов, П.С. Завьялов, Ю.Б. Иванов, Г.И. Испирян, А. Маршалл, В.Н. Осипов, Г.М. Скударь, А.Н. Литвиненко, М. Портер, Р. Уотермен, Ф. Хайек, А.Ю. Юданов, Р.А. Фатхутдинов и другие. Однако в научной литературе все еще отсутствует единый подход, касающийся теоретического и методологического обеспечения вопросов оценки конкурентоспособности различных объектов. Идет поиск и

систематизация связанных с нею понятий, определяющих факторов и методов оценки.

Дальнейшего развития требуют также проблемы прогнозирования и обеспечения необходимого уровня конкурентоспособности будущего нововведения на стадии предпроектных исследований с целью принятия обоснованного решения о целесообразности его проектирования и постановки на производство; обеспечения конструктора критерием и направлениями усовершенствования потребительских свойств изделия; разработки эффективных стратегических ориентиров, способствующих повышению конкурентоспособности новой продукции предприятия.

Целью данной статьи является теоретическое осмысление категории «конкурентоспособность научно-технического нововведения» и моделирование соответствующего показателя для продукции промышленно-производственного назначения с целью обеспечения конструктора критерием, на который он должен ориентироваться в процессе проектирования.

В результате анализа существующих подходов к оценке конкурентоспособности продукции в работе [3] нами установлено, что для целей постановки проектной задачи наиболее предпочтительным является, так называемый экспресс-метод. Невзирая на некоторые свойственные ему недостатки, данный подход подтвердил целесообразность формирования критерия решения проектной задачи на основе соотношения качество/цена потребления изделия. Определив внутреннюю структуру качества и цены потребления нововведения, обосновав величины каждого параметра этих двух составляющих и заложив их в новое изделие в процессе его проектирования, можно не только прогнозировать его перспективную конкурентоспособность, но и сознательно влиять на ее уровень.

Как известно, категория конкурентоспособности продукции проявляется вследствие конкуренции между производителями продукции, которая, в свою очередь, базируется на действии двух независимых процессов: соперничества и удовлетворении потребностей. Влияние фактора

соперничества обусловлено количеством товаров-аналогов и особенностями конкурентной среды, а фактора удовлетворения потребностей – потребительской стоимостью (полезностью) товара. Именно разнообразие субъективных притязаний потребителей при оценке последней усложняет и делает неоднозначным количественное измерение показателя конкурентоспособности товаров широкого потребления на основе соотношения качество/цена.

Полезность продукции производственно-технического назначения характеризуется более стабильной структурой потребностей и, поэтому, имеет более объективный характер. Ее составляющие функции мало зависят от субъективной точки зрения конкретного потребителя. Для него будет иметь значение количественное измерение этих составляющих, а значит и общая величина показателя конкурентоспособности.

Следует отметить, что показатели потребительских свойств, которые закладываются в новую технику в процессе ее создания, должны обеспечивать определенный экономический эффект у потребителя в процессе эксплуатации этой техники и соответствовать лучшим образцам отечественной и зарубежной практики. Воплощение величин этих эксплуатационных показателей в реальную конструкцию машины отчасти определяет ее отпускную цену (на нее также оказывают влияние рыночные факторы). Но ограничиться в вопросе оценки конкурентоспособности изделия только определением соотношения качество/цена реализации – было бы нецелесообразно. Поскольку оптимизация качества связана с изменением физических свойств изделия, что влияет на изменение не только производственных издержек, но и затрат потребителя во время эксплуатации этих изделий.

Таким образом, показатель конкурентоспособности нововведения должен определяться как соотношение между величиной потребительских свойств нового изделия (качественными характеристиками) и ценой его потребления. Последняя рассчитывается как сумма отпускной цены и затрат потребителя за срок эксплуатации изделия.

В качестве объекта исследования мы выбрали шестеренные насосы, которые используются в гидравлических системах мобильной техники. Такой выбор не был случайным. Во-первых, данная продукция относится как к рынку промышленных изделий, так и к менее изученной его разновидности – рынку комплектующих изделий. Жизненный цикл шестеренных насосов находится на стадии зрелости и имеет сезонный характер увеличения объема потребностей. Данная стадия характеризуется обострением конкурентной борьбы. Ответом на конкурентный вызов должно стать использование в конструкции изделия новых технических решений.

Следует отметить, что внутри отдельного вида машин оценка конкурентоспособности может иметь динамический характер, обусловленный временным аспектом, а именно с тем этапом технического прогресса, на котором данная категория выступает как объект исследования. Иными словами, с течением времени, предпочтения, касающиеся набора основных показателей качества и их относительной весомости, могут изменяться, и та или иная модель показателя конкурентоспособности будет иметь фиксированный вид лишь на определенном этапе технического прогресса.

С учетом вышеизложенного сформулируем следующее определение: *показатель конкурентоспособности нового технического изделия* отображает экономическую эффективность этого изделия в эксплуатации, выражает меру его пригодности удовлетворять определенные потребности в сравнении с прогрессивными аналогами и определяется как соотношение комплексного показателя качества данного изделия к цене его потребления. При этом комплексный показатель качества должен характеризоваться такой совокупностью основных потребительских свойств изделия, которая на данном этапе технического прогресса отвечает, при фиксированных условиях потребления, требованиям общества.

Исследования показали, что среди показателей качества и цены изделия ключевой характеристикой выступает тренд качества. Поэтому простое их

соотношение не может характеризовать уровень показателя конкурентоспособности. В противном случае, высококачественное и дорогое изделие будет равноценно некачественному, но дешевому.

Кроме того, производитель во многих случаях должен стремиться не к наивысшему, а к оптимальному качеству своих изделий. Искусственное занижение цены реализации, на наш взгляд, позволит получить более объективный результат количественного измерения показателя конкурентоспособности. Поэтому, считаем целесообразным ввести в его будущую модель, так называемый, коэффициент торможения цены реализации изделия.

Следует отметить, что использование таких коэффициентов в практике ценообразования – не новость. В работе [4] коэффициент торможения цены определяется как понижающий коэффициент, используемый предприятием для того, чтобы сделать приобретение своего товара более выгодным для покупателя, чем товара конкурентов. «Таким образом, с помощью расчетов поправок к цене с учетом цен и качества товаров конкурентов достигается элиминирование эффекта несправедливости цены» [3].

Мы преследуем иные цели, а именно – снижение значимости данного показателя в сравнении с показателем качества. Но нас привлекла идея коэффициента торможения, благодаря достаточно обоснованной методике его определения, предложенной А.Н. Лориным, Е.И. Пуниным и С.Б. Рычаговым. Для промышленных изделий ими был получен интервал, определяющий уровень данного коэффициента, на уровне 0,5–0,8. Проведенные нами исследования показали, что коэффициент торможения имеет стратегическую чувствительность. Поэтому его уровень должен определяться с учетом выбранной стратегии деятельности предприятия-производителя на том или ином потребительском рынке (в нашем примере – это рынок комплектации и рынок эксплуатации шестеренных насосов).

Таким образом, модель показателя конкурентоспособности изделия промышленно-технического назначения (машины) в общем виде можно выразить, по нашему мнению, следующим соотношением:

$$K_m = \frac{K_k}{K_m \cdot C_p + Z_3} \quad (1)$$

где  $K_k$  – комплексный показатель качества (технического уровня) машины;

$K_m$  – коэффициент торможения цены реализации машины;

$C_p$  – цена реализации машины;

$Z_3$  – полные затраты потребителя за весь срок эксплуатации машины.

В числителе формулы (1) взят комплексный (обобщающий) показатель качества изделия (КПК). В него должны войти единичные показатели технического уровня изделия, которые в наибольшей степени характеризуют его эффективность в эксплуатации и являются основными с точки зрения усовершенствования данного изделия. Для определения количества, номенклатуры и коэффициентов весомости этих показателей считаем целесообразным использование экспертного и социологического методов исследования. Прежде чем свести в комплексный показатель качества разнообразные единичные показатели, их следует привести к безразмерной шкале. То есть каждому показателю  $Q_i$ , имеющему размерность и свою шкалу измерения, поставить в однозначное соответствие безразмерный показатель  $r_i$ .

Наиболее широкое использование нашли две основные формы определения комплексного показателя качества:

1) аддитивная (функция Фишберна):

$$K_k = \sum_{i=1}^n K_i \cdot r_i, \quad (2)$$

где  $n$  – число единичных показателей качества (технического уровня) изделия, определяющих его полезность;

$K_i$  – коэффициент весомости  $i$ -го единичного показателя;

$r_i$  – безразмерный показатель, соответствующий определенному единичному показателю качества изделия.

2) мультипликативная:



$$K_{\kappa} = \sum_{i=1}^n r_i^{K_i}, \quad (3)$$

Наиболее распространенной считается аддитивная форма, хотя ее недостатком считается возможность «компенсации» уровня качества по одним параметрам за счет других. Кроме того, она допускает ситуацию значимости комплексного показателя качества при нулевом значении одного или нескольких параметров [2].

Проведенный нами расчет комплексного показателя качества шестеренных насосов на основе приведенных двух методов не дал существенных расхождений в полученных результатах. И, поскольку среди выбранных единичных показателей качества, формирующих комплексный показатель, ни один не может принимать нулевое значение, мы остановили свой выбор на аддитивной функции потому, что она обеспечивает относительную простоту расчетов.

Прежде чем перейти к конкретизации модели конкурентоспособности комплектующего изделия, следует обратить внимание еще на один аспект. Поиск составляющих и использование будущей модели предусматривает сравнение с ее помощью показателей по базовому и проектному вариантам. Поскольку такие изделия могут иметь различные нормативные сроки службы до полного износа, затраты потребителя за весь срок их эксплуатации должны быть приведены к одному периоду. Для сравниваемых машин – это может быть нормативный срок службы наиболее долговечной из них. Что касается комплектующих изделий, периодом приведения должен быть, по нашему мнению, срок службы машины, в конструкцию которой они входят.

Поэтому, считаем вполне обоснованным введение в искомую модель коэффициента приведения, определяемого как соотношение нормативных сроков службы машины и комплектующего изделия. Этот коэффициент, кроме всего прочего, показывает: сколько таких изделий понадобится потребителю на протяжении всего периода эксплуатации машины до ее полного физического износа. Так, например, при сроке службы насоса, составляющем 4 года, а трактора – 6 лет,  $K_n=1,5$ . В этом случае



потребителю понадобится 2 насоса, причем, при полном физическом износе трактора, второй насос исчерпает лишь половину своего ресурса. Учитывая это, конструктор может использовать данный коэффициент в качестве инструмента для оптимизации показателя долговечности комплектующего изделия.

Таким образом, обобщая все вышеизложенное, предлагаем следующую формулу для определения показателя конкурентоспособности комплектующего изделия (КИ):

$$K_n = \frac{K_{\kappa}}{K_m \cdot C_p + K_n \cdot Z_{\varepsilon} + Z_{\kappa\partial}}, \quad (4)$$

где  $K_m$  – коэффициент торможения цены реализации КИ;

$C_p$  – цена реализации КИ, ден. ед.;

$K_n$  – коэффициент приведения полных эксплуатационных затрат КИ к сроку службы машины, в которой оно установлено;

$Z_{\varepsilon}$  – полные затраты потребителя за весь срок эксплуатации КИ, ден. ед.;

$Z_{\kappa\partial}$  – дополнительные капитальные затраты потребителя за срок службы машины, связанные с заменой комплектующих, вышедших из строя, ден. ед.:

$$B_{\kappa\partial} = E_n \cdot e^{\sum_{j=1}^N T'_{\text{сл.н}} \cdot C_{pj} \cdot K_{\partial z}} \quad (5)$$

где  $E_n$  – коэффициент экономической эффективности капитальных вложений (величина, обратная сроку службы машины);

$N$  – количество данных комплектующих изделий, которые потребитель приобретает за нормативный срок службы машины взамен вышедших из строя, шт.;

$T'_{\text{сл.н}}$  – нормативный срок службы (или его часть), который КИ отработает до истечения срока службы машины, лет;

$C_{pj}$  – оптовая цена нового комплектующего изделия с учетом ее изменения (индексации) на момент замены вышедшего из строя КИ, ден. ед.;

$K_{\partial z}$  – коэффициент дополнительных затрат потребителя, связанных с демонтажем вышедшего из строя, доставкой, монтажом и наладкой нового КИ (по нашим расчетам для шестеренных насосов можно принять  $K_{\partial z} = 1,05-1,08$ ).

Для решения проблемы перехода каждого, выделенного нами, единичного показателя качества, имеющего размерность, к соответствующей безразмерной величине, мы воспользовались рекомендациями, изложенными в работе [6]. В соответствии с ними

безразмерный показатель  $r_i$  описывается функцией плотности распределения вероятностей:

$$r_i = \int_{Q_{in}}^{Q_{ie}} \varphi_i(Q_{i,j}) dQ_{i,j} \quad (6)$$

где  $Q_{in}, Q_{ie}$  – граничные (нижнее и верхнее) значения показателя  $i$ -того свойства в реальном изделии;

$Q_{i,j}$  –  $j$ -е значение  $i$ -го показателя.

В случае равномерного распределения получим, как частный случай формулы (6), известные способы перехода к безразмерным показателям:

$$r_i = \frac{Q_{ie} - Q_{in}}{Q_{i\max} - Q_{i\min}} \quad (7)$$

Если  $Q_{i\min} = Q_{in} = 0$ , то

$$r_i = \frac{Q_{ie}}{Q_{i\max}} \quad (8)$$

В табл. 1 представлены значения безразмерных показателей свойств насоса НШ 32УК-3, которые вошли в обобщающий показатель его качества. Номенклатура единичных показателей качества и коэффициенты их весомости определены нами на основе опроса 12-ти специалистов-экспертов (преимущественно конструкторов и специалистов отдела технической эксплуатации предприятия-производителя) и 11-ти потребителей (конструкторов сельскохозяйственной техники, специалистов ремонтных предприятий, инженеров хозяйств, эксплуатирующих сельхозтехнику). Произведение под знаком суммы  $K_i \cdot r_i$  показывает количественный вклад каждого единичного показателя качества в комплексный показатель.

Таблица 1 - Определение комплексного показателя качества шестеренного насоса НШ 32УК-3

Единичный показатель качества	Условное обозначение	Расчетная формула	Безразмерный показатель $r_i$	Коэффициент весомости $K_i$	$K_i \cdot r_i$
Максимальная частота вращения	$Q_1$	$r_1 = \frac{Q_{1\text{г}}}{Q_{1\text{max}}}$	0,833	0,08	0,067
Коэффициент подачи при номинальных параметрах	$Q_2$	$r_2 = \int_{Q_{2н}}^{Q_{2г}} \varphi_4(Q_{2,j}) dQ_{2,j}$	0,706	0,134	0,095
Максимальное давление на входе	$Q_3$	$r_3 = \frac{Q_{3\text{г}}}{Q_{3\text{max}}}$	0,840	0,132	0,111
Коэффициент полезного действия (КПД)	$Q_4$	$r_4 = \int_{Q_{4н}}^{Q_{4г}} \varphi_4(Q_{4,j}) dQ_{4,j}$	0,650	0,134	0,087
Масса	$Q_5$	$r_5 = \frac{Q_{5\text{min}}}{Q_{5н}}$	0,864	0,23	0,199
γ-процентный ресурс	$Q_6$	$r_6 = \int_{Q_{6н}}^{Q_{6г}} \varphi_6(Q_{6,j}) dQ_{6,j}$	0,667	0,29	0,193
Общая сумма	$K_K$	$K_K = \sum_{i=1}^n K_i \cdot r_i$	-	1	0,752

Предложенная методика определения комплексного показателя качества позволяет, во-первых, упростить задание проектирования для конструктора. Последний, ориентируясь на критерий конкурентоспособности нововведения, имеет возможность найти способ достижения в новом изделии значения каждого из важнейших единичных показателей, варьируя в промежутке минимально- и максимально возможных их значений. Во-вторых, данная методика помогает определить: улучшению какого (или каких) из единичных показателей качества следует уделить первоочередное внимание в процессе проектирования изделия.

Еще одна особенность предложенной методики заключается в следующем. Конструктор, проектируя машину, может выйти на желаемый уровень критерия конкурентоспособности за счет увеличения уровня

некоторых показателей качества. Но если, при этом, конструкция приобретет существенный недостаток (например, низкую ремонтпригодность или высокий уровень шумовых характеристик), ее нельзя считать лучшей в сравнении с базовыми аналогами, даже если она имеет значительно больший количественный уровень обобщающего критерия. Рано или поздно этот недостаток проявится в процессе эксплуатации машины, и тогда ни один из улучшенных показателей (каким высоким не был бы его уровень) не сможет компенсировать связанные с этим недостатком затраты.

Улучшая одни показатели качества, конструктор должен стремиться к тому, чтобы остальные показатели достигали, по меньшей мере, базового (который имеют лучшие базовые конструкции) или оптимального уровня (в случае, если показатель базовой конструкции необоснованно завышен). Вот почему, описывая показатель конкурентоспособности, служащий критерием решения проектной задачи, считаем необходимым использовать методы, основанные на композиционном и декомпозиционном подходах.

Представление показателя конкурентоспособности в виде формул (1) и (4) отображает композиционный подход к его интерпретации. Реализация декомпозиционного подхода должна сводиться к тому, что каждый оптимизируемый показатель следует рассматривать как часть другой, более общей системы (которой и является критерий конкурентоспособности нововведения) и установить, какое влияние будет оказывать тот или иной показатель на величину данного критерия.

Применяя декомпозиционный подход к использованию критерия конкурентоспособности, конструктор должен выбрать один из двух путей оптимизации качества:

1. Выделить один из показателей, который желательно превратить в максимум, а на все прочие (в том числе, в случае необходимости, даже на те, которые не вошли в КПК) наложить ограничения, чтобы они были не меньше некоторых значений.

2. Использовать известный из теории игр «метод последовательных уступок» по следующей схеме. Коэффициенты весомости составляющих КПК располагают их в порядке убывающей значимости. Вначале следует искать конструкторское решение, превращающее в максимум первый важнейший показатель  $W_1$ . Далее назначить определенную «уступку»  $\Delta W_1$ , которую он может сделать, чтобы максимизировать следующий показатель  $W_2$ . Следует наложить на  $W_1$  ограничение, чтобы он был не меньше, чем  $W_{\max} - \Delta W_1$ , и при этом условии искать конструкторское решение, превращающее в максимум  $W_2$ . Далее снова назначается «уступка»  $\Delta W_2$ , ценою которой можно максимизировать  $W_3$  и т.д. [1].

Для более наглядной и эффективной реализации композиционного и декомпозиционного подходов к определению показателя конкурентоспособности будущего изделия предлагаем построение карты технического уровня, качества и конкурентоспособности изделия (КУИ), представленной в табл. 2.

КУИ - это нормативно-технический документ, разработанный совместно маркетологом и конструктором как основание для проектирования нового изделия для оценки уровня его качества и конкурентоспособности, принятия решения о будущем усовершенствовании изделия, его модернизации, запуске в производство, снятии с производства и эксплуатации. Карта уровня изделия должна стать обязательной на всех этапах его разработки, начиная с технического задания. Коррективы в КУИ необходимо вносить по мере изменения показателей технического уровня нового и базового образцов.

Предложенная нами форма построения КУИ отражает суть проектной задачи, которую должен решить конструктор. Она содержит количественные значения всех показателей качества, закладываемых в новую конструкцию, их допустимые ограничения в виде действующих стандартов (ТУ), а также данные о лучших конкурентных изделиях, дающих представление об оптимальном уровне показателей, к которому следует стремиться. Если в процессе проектирования желаемая величина

определенного показателя не будет достигнута, то относительно несложный расчет покажет, как это обстоятельство повлияет на сравнительный уровень конкурентоспособности будущего изделия.

Таблица 2 - Карта технического уровня, качества и конкурентоспособности изделия

Наименование показателя с указанием коэффициента весомости $K_i$	Единица измерения	Величины показателей качества и конкурентоспособности					
		нового (перспективного) изделия		по стандарту или ТУ		прогрессивного аналога	
		реальный $Q_i$	безразмерный взвешенный $K_i \cdot r_i$	$Q_i$	$K_i \cdot r_i$	$Q_i$	$K_i \cdot r_i$
<u>1. Показатели назначения</u> ...							
<u>2. Показатели надежности</u> ...							
<u>3. Показатели эргономичности</u> ...							
<u>4. Экономические показатели</u> ...							
5. Комплексный показатель качества							
6. Показатель конкурентоспособности							

Предложенный алгоритм, по нашему мнению, может быть использован не только конструктором. Маркетологи могут использовать достигнутую величину критерия для убеждения потенциального потребителя в целесообразности приобретения нового изделия, имеющего более высокий, в сравнении с аналогичными конструкциями, уровень конкурентоспособности.

**Список литературы:**

1. Венцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология. – М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1980. –208с.
2. Гольдштейн Г.Я. Стратегический инновационный менеджмент: Учебное пособие. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2004 –452с.
3. Журило І.В. Конкурентоспроможність нової продукції промислово-виробничого призначення: теоретичні аспекти, методика прогнозування та забезпечення: Монографія: – Кіровоград, ПВЦ «Мавік», 2007. – 186 с.
4. Липсиц И.В. Коммерческое ценообразование: Учебник. – М.: Изд-во БЕК, 1999. – 368с.
5. Лорин А.Н. Ценообразование во внешнеэкономической деятельности промышленной фирмы. – М.: Международные отношения, 1993. –254с.
6. Мымрин Ю.Н., Малахов И.Н. Выбор и оптимизация ТЭП машин при разработке технического задания. – М.: Машиностроение, 1987. –152с.